

УДК 681.5.04

Андрій Сірівчук

Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова

СТРУКТУРА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ АВТОНОМНИМ ПІДВОДНИМ АПАРАТОМ З РАДІОБУЄМ

Оскільки радіобуй є малоінерційним елементом то вітро-хвильові збурення передаються по кабелю на автономний підводний апарат. Таким чином слід передбачити систему керування кабельної лебідкою з урахуванням постійних змін сили натягу кабель-буксира.

Ключові слова: автономний підводний апарат, система автоматичного керування, радіобуй, кабельна лебідка.

Andriy Sirivchuk

CONTROL SYSTEM STRUCTURE OF AUTONOMOUS UNDERWATER VEHICLE WITH RADIOBUOY

Low inertia of the beacon leads to the propagation of wind-wave disturbances through the tether to the hull of unmanned underwater vehicle. Therefore, an automated control system for cable winch that compensates continuous change in tension force of tether is to be designed.

Keywords: autonomous underwater vehicle, automatic control system, radiobuoy, cable winch.

В наш час найбільш перспективними інструментами дослідження підводної обстановки є підводні апарати.

У мілководних прибережних зонах пропонується використовувати автономний підводний апарат (АПА) з оперативним керуванням через радіобуй зв'язку (РБ), який буксирується підводним апаратом за допомогою кабель-буксиру (КБ)[1].

Перевагами такої підводної технології у порівнянні з застосуванням «класичних» прив'язних і автономних підводних апаратів є значно менша залежність від гнучкого зв'язку у воді – кабелю – з-за малої глибини, повна незалежність від судна носія, більша робоча зона і, головне, наявність оперативного двохстороннього радіозв'язку.

Такий тип АПА з РБ має значно меншу вартість за рахунок малої робочої глибини та можливості оперативного ручного керування і передачі інформації в режимі реального часу.

Автоматизація руху даного типу підводного апарату ускладнюється за рахунок наявності кабельного зв'язку з РБ, на який діють вітро-хвильові збурення, що часто змінюють напрям та силу своєї дії.

Таким чином до основних задач, що ставляться перед системою керування рухом підводного апарата можна віднести:

- рух з заданою швидкістю;
- відсутність ривків;
- рух по заданій траєкторії з обходом перешкод;
- точність позиціонування в точці.

Для вирішення поставлених задач АПА з РБ повинен не тільки компенсувати вплив зовнішніх збурень, а й мати можливість передбачити їх. Найбільш несприятливою є дія КБ через хитавицю, що діє на РБ. Така дія є короткочасною і

періодичною, тому система керування повинна не тільки реагувати на зміну сили натягу, а й прогнозувати її.

Хоча представлений апарат є автономний, він може керуватися в режимі реального часу оператором, що знаходиться на березі або судні-носії. Тому систему керування можна побудувати у вигляді трирівневої ієрархічної структури (рис. 1) [2].

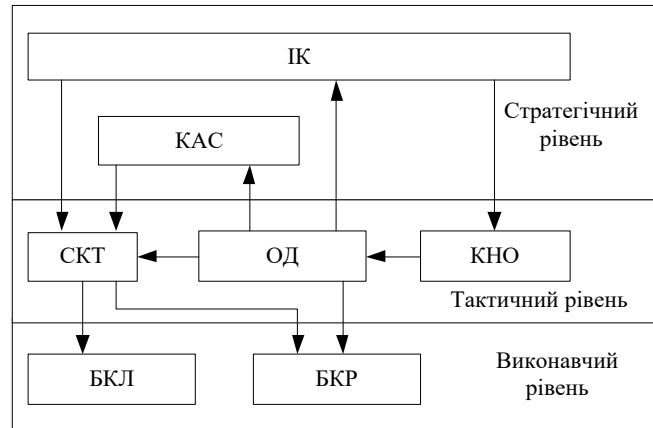


Рис. 1. Узагальнена структура системи керування

До стратегічного рівня відноситься інтерфейс користувача (ІК) та контрольно-аварійна система (КАС). На даному рівні розглядаються основні задачі, які ставляться перед підводним апаратом.

Основним елементом стратегічного рівня є ІК, тому що в інтерфейсі користувача налаштовуються параметри всіх режимів роботи підводного апарата, контроль виконання місії, обробка даних вимірювального обладнання, розстановка контрольних точок, демонстрація стану місії та апарата операторові тощо.

Інтерфейс користувача передає дані про поточне завдання місії системі керування траєкторією (СКТ). До таких даних належать: режим руху підводного апарата (швидкість руху, параметри вибору траєкторії), координати контрольної точки.

В залежності від місії роботи начіпне обладнання повинно працювати в різних режимах. Задані режими роботи в залежності від поточної задачі передаються від ІК до блоку контролю начіпного обладнання (КНО). Наприклад під час виходу на точку роботи або повернення необхідно вимкнути все вимірювальне обладнання, окрім навігаційного, для економії запасу енергії апарата.

Від блоку обробки даних (ОД) на ІК передається вся інформація: вимірювальні прилади, стан внутрішнього обладнання апарата, навігаційні данні, відеосигнал тощо.

Контрольно-аварійна система (КАС) призначена для захисту обладнання від помилкових дій оператора та керування апаратом в аварійних режимах. До аварійних режимів роботи відносяться:

- відмова одного або декількох виконавчих механізмів;
- втрата сигналу від ІК;
- невеликий запас заряду акумулятора;
- небезпека зіткнення з зовнішніми об'єктами.

Сигналами від ОД для КАС виступає стан механізмів апарата, навігаційні дані та дані про навколишні об'єкти (сигнал від сонару).

Тактичний рівень слугує для обробки задач від стратегічного рівня та формування команд для виконавчого рівня, а також для формування зворотного зв'язку з стратегічним рівнем.

На тактичному рівні за рух апарата відповідає СКТ. В даному блоку формується траєкторія руху апарата в залежності від поточної задачі та з урахуванням обходження перешкод. Інформацію про розташування перешкод СКТ отримує від ОД. Потім формується сигнал для блоку керування рухом (БКР), в якості сигналу використовуються швидкості руху АПА та його курс.

Блок ОД опитує всі датчики підводного апарата та формує навігаційні дані, дані про навколишнє середовище та стан апарата тощо. Для корекції даних отриманих від сенсорів КНО встановлює необхідні поправочні коефіцієнти та задає налаштування роботи датчика.

До виконавчого рівня відносяться блок керування лебідкою БКЛ та БКР, які безпосередньо включають в себе регулятори механізмів руху підводного апарата.

БКЛ контролює довжину витравленого КБ в залежності від глибини занурення апарата, погодних умов (періодичності та силі зміни натягу від РБ) та швидкості руху.

БКР відповідає за забезпечення заданого СКТ параметру руху підводного апарата. В ньому знаходяться регулятори руху АПА з РБ. Для простоти керування рух підводного апарата розділено на дві складові: вертикальний рух та рух в горизонтальній площині.

Регулятор вертикального руху повинен забезпечувати утримання заданої глибини або швидкості занурення, при просторовому моніторингу підводної обстановки.

Рух в горизонтальній площині є більш складним, оскільки крім утримання необхідної швидкості необхідно також забезпечити заданий курс АПА.

Виходами з виконавчого рівня є безпосередній сигнал для пристроїв керування механізмами АПА. Формат сигналів керування залежить від обраного обладнання апарата.

На керування рухом АПА з РБ в значній мірі впливає якісний контроль витравленою частиною КБ. Особливістю блоку керування лебідкою є те що обидва кінці кабелю рухаються в просторі, при цьому сила натягу КБ в значній мірі впливає, як на АНА так і на РБ, на відмінно від буксирування за допомогою судна носія.

Висновок

Найбільш складною задачею автоматизації роботи автономного підводного апарата є забезпечення його руху, оскільки від якості дотримання швидкісних режимів роботи підводного апарата залежить якість та достовірність, отриманої від вимірювального обладнання, інформації.

Для автоматизації руху автономного підводного апарата було розроблено узагальнену структуру системи керування. Представлена структура системи керування передбачує не тільки моніторинг підводної акваторії в режимі реального часу, а й можливість повернення апарата після втрати сигналу керування або низькому заряді батарей.

Література

1. Костенко, В.В. Расширение функциональных возможностей АНПА при работе на мелководье / В.В. Костенко, О.Ю. Львов, И.Г. Мокеева// 5-я Всероссийская научно-техническая конференция "Технические проблемы освоения Мирового океана". – 2013. – с 49–55- Режим доступа: <http://www.imtp.febras.ru/images/stories/konf/tpomo-5-30-sentjabrja-4-oktjabrja-2013/pdf/sekcija1.pdf>
2. Блінцов, О.В. Концепція роботизованого моніторингу підводного середовища на основі застосування прив'язних підводних апаратів / О.В Блінцов, А.С. Сіривчук// Восточно-Европейский журнал передовых технологий – Харків. №6/3(72) 2014 с16-21.